

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1/1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-270711

(43)Date of publication of application : 27.09.1994

(51)Int.Cl.

B60K 28/06

G08B 21/00

(21)Application number : 05-057187

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 17.03.1993

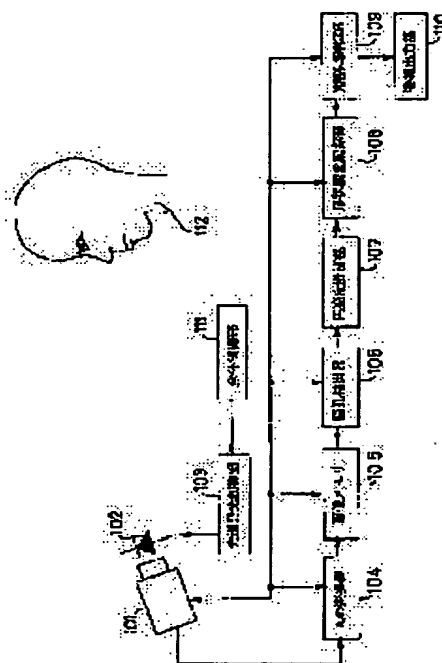
(72)Inventor : SAITO HIROSHI  
SAKATA MASAO  
KANEDA MASAYUKI

## (54) AWAKENING STATE DETECTING DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an awakening state detecting device which exactly detects the lowering of the awaking state of human being with high detection accuracy.

**CONSTITUTION:** The image of the globe of an eye of a driver 112, which is illuminated by a beam from a light source 102, is picked up by a camera 101. The pupil area of the eye globe is extracted by a pupil extraction section 106 from the picked image, the circularity of the pupil extracted is measured by a circularity measuring section 107, changes in the shape of this circularity is recorded in a shape change recording section 108, and in an awakening state judging section 109, an awaking state of a human is judged to be lowered from changes in the shape of the pupil and when a blink takes a time more than a specified time and the frequency of blinks exceeds a specified value, issuing an alarm from an alarm outputting section 110.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3116638

[Date of registration] 06.10.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

5 32 1 50

- (19) 【発行国】日本国特許庁 (J P)  
 (12) 【公報種別】公開特許公報 (A)  
 (11) 【公開番号】特開平 6 - 2 7 0 7 1 . 1  
 (43) 【公開日】平成 6 年 ( 1 9 9 4 ) 9 月 2 7 日  
 (54) 【発明の名称】覚醒状態検知装置  
 (51) 【国際特許分類第 5 版】  
     B60K 28/06           A 7270-3D  
     G08B 21/00           Q 9177-5G

【審査請求】未請求

【請求項の数】3

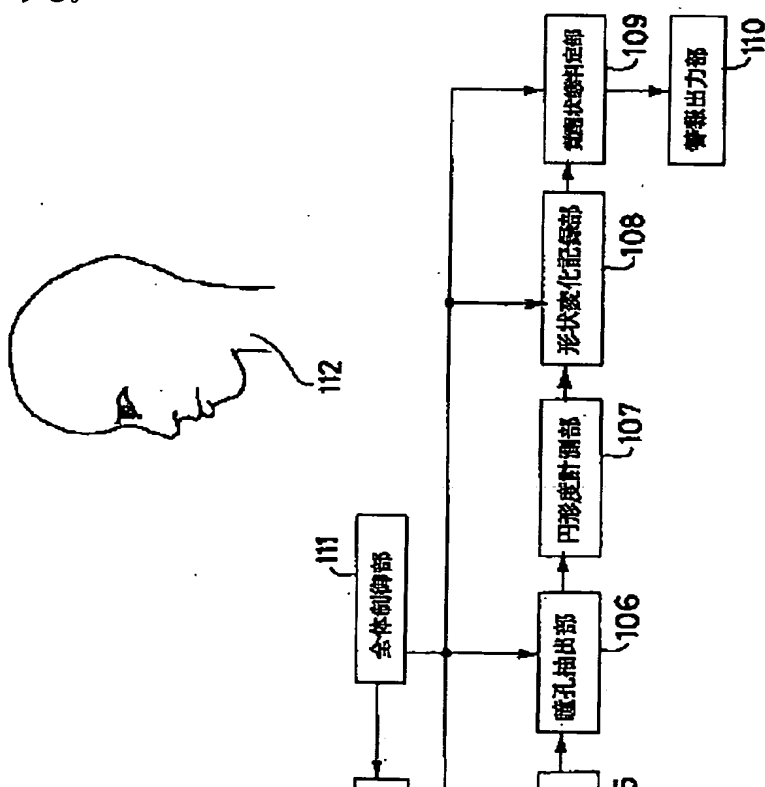
【出願形態】O L

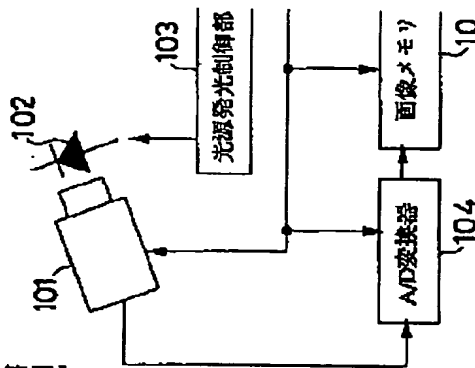
【全頁数】1 3

- (21) 【出願番号】特願平 5 - 5 7 1 8 7  
 (22) 【出願日】平成 5 年 ( 1 9 9 3 ) 3 月 1 7 日  
 (71) 【出願人】  
     【識別番号】0 0 0 0 0 3 9 9 7  
     【氏名又は名称】日産自動車株式会社  
     【住所又は居所】神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地  
 (72) 【発明者】  
     【氏名】斎藤 浩  
     【住所又は居所】神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
     【氏名】坂田 雅男  
     【住所又は居所】神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
     【氏名】金田 雅之  
     【住所又は居所】神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
 (74) 【代理人】  
     【弁理士】  
     【氏名又は名称】三好 秀和 (外 1 名)

(57) 【要約】

【目的】 高い検知精度で人間の覚醒状態の低下を適確に検知する覚醒状態検知装置を提供する。  
 【構成】 光源 1 0 2 からの光で照明されたドライバ 1 1 2 の眼球部をカメラ 1 0 1 で撮像し、この撮像画像から眼球部の瞳孔領域を瞳孔抽出部 1 0 6 で抽出し、この抽出した瞳孔の円形度を円形度計測部 1 0 7 で計測し、この円形度の形状変化を形状変化記録部 1 0 8 に記録し、覚醒状態判定部 1 0 9 において形状変化から瞬きの時間および頻度が所定値以上の時に人間の覚醒状態が低下していると判断し、警報出力部 1 1 0 から警報を発生する。





# 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人間の眼球部を照明する近赤外光源と、人間の眼球部を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された画像から眼球部の瞳孔領域を抽出する抽出手段と、該抽出手段により抽出された瞳孔領域の形状変化から瞬きの時間および頻度が所定値以上の時に人間の覚醒状態が低下していると判断する判断手段とを有することを特徴とする覚醒状態検知装置。

【請求項 2】 人間の眼球部を照明する近赤外光源と、人間の眼球部を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された画像から眼球部の瞳孔領域を抽出する抽出手段と、該抽出手段により抽出された瞳孔領域の時間的位置変化を検出する検出手段と、該検出手段により検出された瞳孔領域の時間的位置変化から、瞳孔領域が所定時間以上連続して観測されない現象、瞳孔領域が所定時間以上連続してほぼ同じ位置に観測される現象、または瞳孔領域が垂直方向に周期的に変動する現象のうちの少なくとも 1 つの現象が検知されたとき、人間の覚醒状態が低下していると判断する判断手段とを有することを特徴とする覚醒状態検知装置。

【請求項 3】 前記光源は、近赤外で照明することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の覚醒状態検知装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、人間の覚醒状態の低下を検知する覚醒状態検知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の覚醒状態検知装置としては、例えば特開昭 60-178596 号公報に開示されているように、人間の上体をカメラで撮像し、この撮像した画像から人間の上体の変動を検出し、この変動が周期的になった場合、人間の覚醒状態が低下していると判断するものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の覚醒状態検知装置では、人間の上体の変動を検出し、この検出した変動に基づいて覚醒状態の低下を検知しているが、人間の上体に当たる光線の状態が悪いと、人間の上体を適確に検出することができず、覚醒状態の低下の検知精度が悪いという問題がある。

【0004】 本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、高い検知精度で覚醒状態の低下を適確に検知する覚醒状態検知装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の覚醒状態検知装置は、人間の眼球部を照明する光源と、人間の眼球部を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された画像から眼球部の瞳孔領域を抽出する抽出手段と、該抽出手段により抽出された瞳孔領域の形状変化から瞬きの時間および頻度が所定値以上の時に人間の覚醒状態が低下していると判断する判断手段とを有することを要旨とする。

【0006】 また、本発明は、人間の眼球部を照明する光源と、人間の眼球部を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された画像から眼球部の瞳孔領域を抽出する抽出手段と、該抽出手段により抽出された瞳孔領域の時間的位置変化を検出する検出手段と、該検出手段により検出された瞳孔領域の時間的位置変化から、瞳孔領域が所定時間以上連続して観測されない現象、瞳孔領域が所定時間以上連続してほぼ同じ位置に観測される現象、または瞳孔領域が垂直方向に周期的に変動する現象のうちの少なくとも 1 つの現象が検知されたとき、人間の覚醒状態が低下していると判断する判断手段とを有することを要旨とする。

【0007】

【作用】 本発明の覚醒状態検知装置では、光源からの光で照明された人間の眼球部を撮像し、この撮像画像から眼球部の瞳孔領域を抽出し、この抽出した瞳孔領域の形状変化から瞬きの時間および頻度が所定値以上の時に人間の覚醒状態が低下していると判断している。

【0008】 また、本発明では、光源からの光で照明された人間の眼球部を撮像し、この撮像画像から眼球部の瞳孔領域を抽出し、この抽出した瞳孔領域の時間的位置変化を検出し、この検出した瞳孔領域の時間的位置変化から、瞳孔領域が所定時間以上連続して観測されない現象、瞳孔領域が所定時間以上連続してほぼ同じ位置に観測される現象、または瞳孔領域が垂直方向に周期的に変動する現象のうちの少なくとも 1 つの現象を検知したとき、人間の覚醒状態が低下していると判断している。

【0009】

【実施例】 以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0010】 図 1 は、本発明の一実施例に係わる車両用覚醒状態検知装置の構成を示すブロック図である。同図に示す車両用覚醒状態検知装置は、ドライバ 112 の顔面領域の画像を撮像する CCD センサを有する撮像手段であるカメラ 101 を有するとともに、このカメラ 101 のレンズ中心に該カメラと共軸系をなすように配設された近赤外 LED 等の不可視光を発する光源 102 を有する。この光源 102 は、光源発光制御部 103 によって制御され、該光源発光制御部 103 は全体の動作を制御する全体制御部 111 によって制御される。

【0011】 また、カメラ 101 で撮像したドライバ 112 の顔面領域の画像は、A/D 変換器 104 でディジ

タルデータに変換されて、画像メモリ105に記憶される。そして、この画像メモリ105に記憶された画像データは、瞳孔抽出部106に供給され、瞳孔領域が抽出される。この抽出された瞳孔領域は円形度計測部107に供給され、瞳孔の円形度が計測され、形状変化記録部108に供給される。形状変化記録部108は瞳孔の円形度の時間的変化を記録し、この瞳孔の時間的形狀変化を覚醒状態判定部109に供給する。覚醒状態判定部109は瞳孔の時間的形狀変化からドライバ112の覚醒状態を判定し、ドライバ112の覚醒状態が低下していると判定すると、警報出力部110を駆動して、警報音を発生させる。なお、全体制御部111は装置全体の動作を制御するものである。

【0012】以上のように構成される車両用覚醒状態検知装置の作用を次に説明する。

【0013】まず、全体制御部111から計測開始信号が出力され、これにตอบสนองして光源発光制御部103から光源発光信号が光源102に供給され、光源102が点灯する。これと同時に、カメラ101はドライバ112の顔面領域の画像を撮像し、この画像をA/D変換器104に供給して、デジタル画像 $I(x, y)$  ( $1 \leq x \leq X, 1 \leq y \leq Y$ )を生成し、画像メモリ105に記憶する。そして、画像入力完了すると、光源102は全体制御部111の制御により光源発光制御部103を介して消灯させられる。

【0014】画像メモリ105に記憶されたドライバ112の顔面領域のデジタル画像 $I(x, y)$ は、瞳孔抽出部106に供給されて、瞳孔領域が抽出される。この瞳孔領域は、網膜反射像として明るく観測されるが、これは入射光が網膜で反射されて外部に出射したものをカメラ101で観測しているためである。なお、この網膜反射像は瞳孔の大きさを表している。

【0015】瞳孔領域、すなわち網膜反射像は、明るい円形領域(一般には楕円領域)になることを利用して、その位置が抽出される。

【0016】瞳孔抽出部106における瞳孔抽出処理を図2に示すフローチャートを参照して説明する。

【0017】図2においては、まずパラメータ $K$ を0にセットし(ステップ280)、それからカメラ101によってドライバ112の画像を撮像する(ステップ290)。そして、この撮像した画像 $I(x, y)$ からしきい値 $Th1 \sim Th2$ の間の明るさを有する画素を抽出し(ステップ310)、これによって画像 $I(x, y)$ の中の瞳孔候補領域を表す画像 $J(x, y)$ を生成できる。

【0018】すなわち、しきい値 $Th1 \sim Th2$ の間の画像 $I(x, y)$ を瞳孔候補領域と判断し、これを $J(x, y) = 1$ とし(ステップ320)、その他の画像を $J(x, y) = 0$ とする(ステップ330)。そして、この処理を画像全体( $1 \leq x \leq X, 1 \leq y \leq Y$ )について繰り返す。

【0019】このようにして抽出された結果には、瞳孔以外のノイズも混合している可能性があるため、瞳孔のみを特定する処理を行う。

【0020】この処理は、画像 $J(x, y)$ に対してラベリング処理(領域の番号付け)を行い(ステップ340)、それから各領域の面積を求め、予想された瞳孔面積 $S$ に対して面積 $S - \alpha$ 以上であって、 $S + \alpha$ 以下( $\alpha$ は0より大きいしきい値)の領域のみを選出することにより行われる(ステップ350)。この処理によって極端に小さいまたは極端に大きい面積を有する領域が除去される。

【0021】次に、面積しきい値処理の結果、 $J(x, y) = 1$ の画素がないかどうかによって、すべての領域が除去されたか否かを判定する(ステップ360)。すべての領域が除去されてしまったとき、すなわち瞳孔が検出されなかった時には、パラメータ $K$ を+1インクリメントし(ステップ390)、所定回数( $K_{th}$ )連続して瞳孔が抽出されない場合には(ステップ400)、ドライバ112の覚醒状態が低下しているか、またはよそ見をしているものと判断し、警報出力部110を制御し、警報を発生する(ステップ410)。

【0022】また、ステップ360のチェックにおいて、 $J(x, y) = 1$ の画素の領域がある場合には、抽出された領域の円形度を円形度計測部107で算出し(ステップ370)、それから後述する図4に示す覚醒状態判定処理に進む(ステップ380)。

【0023】ステップ370で抽出された領域の円形度は、(領域の周囲長)<sup>2</sup> / (領域の面積)を計算して求める。なお、この円形度は円に近いほど $4\pi$ に近くなる。開眼またはそれに近い状態にある時には、円形度の計測結果は $4\pi$ に近くなり、閉眼状態になるにつれて円形度は大きくなる。

【0024】また、円形度は瞳孔の存在位置には依存せず、かつ瞳孔面積で正規化されているため、瞳孔の位置が移動しても、また光線状態の変化で瞳孔面積が変化しても、同じ円形度が得られる。更に、同時刻における左右眼の円形度はほぼ等しいと考えられるので、抽出される瞳孔が左眼右眼混在しても、同じ円形度が得られる。

【0025】以上のように、時刻 $t$ で計測された円形度は、データ $C(t)$ として、形状変化記録部108に記録される。

【0026】このように形状変化記録部108に記録された瞳孔の円形度の時系列データ $C(t)$ は覚醒状態判定部109に供給され、覚醒状態判定部109において該時系列データ $C(t)$ を解析し、ドライバ112の覚醒状態が低下しているか否かが判定される。

【0027】この瞳孔の円形度の時系列データ $C(t)$ の一例を図3に示す。同図に示すように、ドライバ112の瞬きの状態が時系列データ $C(t)$ の周期性に反映されると考えられる。一般に、覚醒状態が低下し始めると、1回の瞬きに要する時間が長くなる。従って、例えば1回の瞬きに要する時間が1秒より長くなった場合には、覚醒状態が低下しているかまたは覚醒状態が低下し始めている時であるので、警報を発するようにすればよいことになる。

【0028】次に、図4に示すフローチャートを参照して、時系列データ $C(t)$ の波形から覚醒状態の低下を判定する処理について説明する。

【0029】図4においては、まずパラメータ $N$ を0にセットし(ステップ490)、それから図2で説明した前記瞳孔抽出処理および円形度計測処理が行われる(ステップ510)。また、覚醒状態判定処理に入る前に、パラメータ $\alpha$ を1に設定する(ステップ515)。

【0030】そして、まず時系列データ $C(t)$ の中から、 $4\pi \leq C(t) \leq 4\pi + C_{th}$  ( $C_{th}$ はしきい値)である部分を抽出する(ステップ520)。これはドライバ112が開眼していると見なせる部分を抽出するものである。このように抽出されたデータを新たに $C2(t)$ とし、開眼していると見なせる箇所を $C2(t) = 1$ に設定し

(ステップ530)、それ以外を $C2(t)=0$ に設定する(ステップ540)。そして、上述したステップ520～540の処理をパラメータ $\alpha$ が $n$ になるまで繰り返し行い(ステップ545)、 $n$ 回繰り返したら、ステップ550に進む。

【0031】ステップ550では、ステップ520～540で求めた過去 $n$ 個の時系列データ $C2(t)$ について、連続した2データが $C2(t-\Delta t)=1$ であって、かつ $C2(t)=0$ である関係にあるような時刻 $t_1$ を求める(ステップ550、560)。なお、 $\Delta t$ は画像のサンプリング時間である。また、この時刻 $t_1$ は閉眼開始時刻、すなわち瞬き開始時刻と考えられるものである。

【0032】また、ステップ550の条件に合わない場合には、ステップ570に進んで、同様に、ステップ520～540で求めた過去 $n$ 個の時系列データ $C2(t)$ について、前記時刻 $t_1$ の次に、連続した2データが $C2(t)=0$ であって、かつ $C2(t+\Delta t)=1$ である関係にあるような時刻 $t_2$ を求める(ステップ570、580)。この時刻 $t_2$ は閉眼終了時刻、すなわち瞬き終了時刻と考えられるものである。

【0033】それから、以上のように求めた瞬き開始時刻 $t_1$ と瞬き終了時刻 $t_2$ との差( $t_2-t_1$ )を計算し、これにより1回の瞬きに要した時間 $T$ を算出する(ステップ590)。そして、この時間 $T$ が所定のしきい値 $T_{th}$ 以上であるか否かを判断する(ステップ610)。この所定のしきい値 $T_{th}$ は例えば1秒である。

【0034】ステップ610において、1回の瞬きの時間 $T$ が所定のしきい値 $T_{th}$ 以上の場合には、パラメータ $N$ を+1インクリメントし(ステップ620)、このパラメータ $N$ が所定のしきい値 $N_{th}$ より大きいかなんかを判断する(ステップ630)。このパラメータ $N$ は瞬き時間が所定のしきい値 $T_{th}$ 以上である回数を計数するものである。そして、この回数パラメータ $N$ が所定のしきい値 $N_{th}$ 以上の場合には、ドライバ112の覚醒状態が低下しているものと判断し、警報出力部110から警報を発生し(ステップ640)、ステップ490に戻る。また、回数パラメータ $N$ が所定のしきい値 $N_{th}$ より大きくない場合も、ステップ490に戻り、同じ動作を繰り返す。

【0035】次に、本発明の他の実施例に係わる車両用覚醒状態検知装置について図5に示すブロック図を参照して説明する。

【0036】図5に示す車両用覚醒状態検知装置は、図1に示した実施例の構成における円形度計測部107および形状変化記録部108の代わりに時間変化記録部117を設けた点が大きく異なるとともに、これに伴って覚醒状態判定部も符号119で示すように異なっているものであり、その他の構成および作用は同じである。なお、時間変化記録部117は、瞳孔抽出部106で検出した瞳孔位置の時間的変化を記録するものであり、覚醒状態判定部119はこの瞳孔の時間的位置変化からドライバ112の覚醒状態の低下を判定するものである。

【0037】次に作用を説明する。

【0038】図1の実施例の場合と同様に、まず全体制御部111から計測開始信号が出力され、これにตอบสนองして光源発光制御部103から光源発光信号が光源102に供給され、光源102が点灯する。これと同時に、カメラ101はドライバ112の顔面領域の画像を撮像し、この画像をA/D変換器104に供給して、デジタル画像 $I(x, y)$  ( $1 \leq x \leq X$ ,  $1 \leq y \leq Y$ )を生成し、画像メモリ105に記憶する。そして、画像入力が完了すると、光源102は全体制御部111の制御により光源発光制御部103を介して消灯させられる。

【0039】画像メモリ105に記憶されたドライバ112の顔面領域のデジタル画像 $I(x, y)$ は、瞳孔抽出部106に供給されて、瞳孔領域が抽出される。この瞳孔領域は、網膜反射像として明るく観測され、この網膜反射像は瞳孔の大きさを表している。

【0040】瞳孔領域、すなわち網膜反射像は、明るい円形領域(一般には楕円領域)になることを利用して、その位置が抽出される。

【0041】瞳孔抽出部106における瞳孔抽出処理を図6に示すフローチャートを参照して説明する。

【0042】図6においては、まずカメラ101によってドライバ112の画像を撮像する(ステップ610)。そして、この撮像した画像 $I(x, y)$ からしきい値 $T_{h1} \sim T_{h2}$ の間の明るさを有する画素を抽出し(ステップ620)、これによって画像 $I(x, y)$ の中の瞳孔候補領域を表す画像 $J(x, y)$ を生成できる。

【0043】すなわち、しきい値 $T_{h1} \sim T_{h2}$ の間の画像 $I(x, y)$ を瞳孔候補領域と判断し、これを $J(x, y)=1$ とし(ステップ630)、その他の画像を $J(x, y)=0$ とする(ステップ640)。そして、この処理を画像全体( $1 \leq x \leq X$ ,  $1 \leq y \leq Y$ )について繰り返し行う。

【0044】このようにして抽出された結果には、瞳孔以外のノイズも混合している可能性があるため、瞳孔のみを特定する処理を行う。

【0045】この処理は、画像 $J(x, y)$ に対してラベリング処理(領域の番号付け)を行い(ステップ650)、それから各領域の面積を求め、予想された瞳孔面積 $S$ に対して面積 $S-\alpha$ 以上であって、 $S+\alpha$ 以下( $\alpha$ は0より大きいしきい値)の領域のみを選出することにより行われる(ステップ660)。この処理によって極端に小さいまたは極端に大きい面積を有する領域が除去される。

【0046】次に、上記処理によって複数の領域が選出された場合には、各領域の円形度が(領域の周囲長)<sup>2</sup>/(領域の面積)を計算して求められる(ステップ670)。なお、この円形度は円に近いほど $4\pi$ に近くなる。最も円に近い領域が瞳孔として検出される(ステップ680)。これは瞳孔が円または楕円形状に観測されることを利用しているものである。

【0047】そして、領域が唯一つに確定したことを判断し(ステップ690)、抽出した瞳孔領域の重心位置を算出し(ステップ700)、その重心座標( $x_g, y_g$ )を保持し、後述する図8のステップ890に進む。また、瞳孔が検出されない場合には、ステップ690から図8のステップ850に進む。

【0048】以上のようにして抽出された瞳孔位置座標( $x_g, y_g$ )は、時間変化記録部117に保持される。時刻 $t_0$ において得られた瞳孔位置を( $x_g(t_0), y_g(t_0)$ )とすると、時間変化記録部117には時系列データ $x_g(t), y_g(t)$ が生成される。

【0049】次に、覚醒状態判定部119では、時系列データ $x_g(t), y_g(t)$ を解析し、ドライバ112が覚醒状態が低下しているか否かが判定される。

【0050】瞳孔位置の時系列データ  $y_g(t)$  の 1 例を図 7 に示す。同図は代表的な覚醒状態の低下時の時系列データを示すが、覚醒状態の低下時に特有なパターンは、(1) 停留：一定時間以上瞳孔位置が変化しない。

(2) 消失：一定時間以上瞳孔がフレームアウトする。これは、よそ見時にも見られる現象であるが、覚醒状態の低下と同様な状態であるので、警報を発生する。(3) 周期性：ドライバ 112 の上体の上下動により時系列データ  $y_g(t)$  が周期的な挙動を示す。

【0051】次に、上述した 3 つのパターンの検出法について図 8 に示すフローチャートを参照して説明する。

【0052】図 8 では、まずパラメータ  $n$  および  $N$  を 0 に設定し (ステップ 810, 820)、それから図 6 の処理で示したように入力画像を処理し、瞳孔の位置を算出し (ステップ 830)、瞳孔があるか否かをチェックする (ステップ 840)。

【0053】画像に瞳孔が発見されない場合には、パラメータ  $N$  を +1 インクリメントして、瞳孔が検出されない回数を計数する (ステップ 850)。一定回数  $N_{th}$  以上瞳孔が検出されない場合には、ドライバ 112 の覚醒状態が低下しているかまたはよそ見をしている (消失) と判断し、警報出力部 110 から警報を発生し (ステップ 870)、ステップ 820 に戻る。

【0054】また、ステップ 501 の瞳孔位置計測処理の結果、瞳孔が検出された場合には、ステップ 840 からステップ 890 に進んで、この瞳孔位置の垂直方向位置を時系列データ  $y_g(t)$  として記憶する。

【0055】それから、過去の 5 点の時系列データ  $y_g(t)$  を平均化する処理を行い、移動平均値  $y_g(t)$  をステップ 900 に示す計算式に従って計算する (ステップ 900)。なお、この式における  $\Delta t$  は画像入力 of のサンプリング時間である。更に、この算出した平均値  $y_g(t)$  と時系列データ  $y_g(t)$  との差がしきい値  $T_{h1}$  より小さいか否かを評価する (ステップ 910)。差がしきい値  $T_{h1}$  よりも小さい場合には、瞳孔が一定位置に停留しているものと判断し、警報出力部 110 から警報を発生する (ステップ 920)。そして、ステップ 820 に戻る。なお、本実施例では、停留の判定時間を  $5 \Delta t$  としているが、これは使用するハードウェアの演算時間によって任意に選択すればよい。

【0056】また、ステップ 910 における評価において、差がしきい値  $T_{h1}$  よりも小さくない場合には、瞳孔が停留していないと判断されるが、この場合には時系列データ  $y_g(t)$  のフーリエ変換を行う (ステップ 930)。そして、フーリエ変換の結果から周波数  $f_1 \sim f_2$  の成分のパワースペクトル  $P(f_1)$ ,  $P(f_2)$  を算出する (ステップ 940)。これにより時系列波形  $y_g(t)$  内の特定周波数成分 ( $f_1 \sim f_2$ ) の強度がわかる。

【0057】それから、前記パワースペクトル  $P(f_1)$ ,  $P(f_2)$  の中に、しきい値  $P_{th}$  以上の成分があるか否かを判定する (ステップ 950)。しきい値  $P_{th}$  以上の成分があった場合には、ドライバ 112 の瞳孔位置の空間的動きに周期性が見られたと判断し、警報出力部 110 から警報を発生し (ステップ 960)、ステップ 820 に戻る。

【0058】なお、上記処理において瞳孔の垂直方向の位置データ  $y_g(t)$  のみを使用したのは、本装置で検知する瞳孔は片目のみであるので、抽出した瞳孔が左眼であるのか右眼であるのか不定であり、また覚醒状態低下時のドライバの瞳孔の位置の動きに水平垂直成分が含まれているため、厳密には両方向の動きを分析しなければならないが、水平位置計測結果  $x_g(t)$  を周波数分析すると、左眼と右眼が入れ替わった時点でデータに大きな変動が見られるため、これが停留判断や周期性判断に悪影響を与える恐れがある。そこで、一般にドライバの両瞳孔の垂直位置はほぼ等しく、仮に左眼と右眼をランダムに検出しても、データ  $y_g(t)$  の波形に大きく影響しないことに着目し、瞳孔の垂直方向のデータ  $y_g(t)$  のみで停留判断および周期性判断を行ったのである。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光源からの光で照明された人間の眼球部を撮像し、この撮像画像から眼球部の瞳孔領域を抽出し、この抽出した瞳孔の形状変化から瞬きの時間および頻度が所定値以上の時に人間の覚醒状態が低下していると判断しているので、人間の周囲からの光線の具合に関係なく瞳孔を検出し、覚醒状態の低下を高い精度をもって適確に検知することができる。

【0060】また、本発明によれば、光源からの光で照明された人間の眼球部を撮像し、この撮像画像から眼球部の瞳孔領域を抽出し、この抽出した瞳孔領域の時間的位置変化を検出し、この検出した瞳孔領域の時間的位置変化から、瞳孔領域が所定時間以上連続して観測されない現象、瞳孔領域が所定時間以上連続してほぼ同じ位置に観測される現象、または瞳孔領域が垂直方向に周期的に変動する現象のうちの少なくとも 1 つの現象を検出したとき、人間の覚醒状態が低下していると判断しているので、人間の周囲からの光線の具合や人間の上体変化に拘らず、覚醒状態の低下を高い精度をもって適確に検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例に係わる車両用覚醒状態検知装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示す車両用覚醒状態検知装置の瞳孔抽出処理を示すフローチャートである。

【図 3】瞳孔円形度の時系列信号の例を示す図である。

【図 4】図 1 に示す車両用覚醒状態検知装置の覚醒状態判定処理を示すフローチャートである。

【図 5】本発明の他の実施例に係わる車両用覚醒状態検知装置の構成を示すブロック図である。

【図 6】図 5 に示す車両用覚醒状態検知装置の瞳孔抽出処理を示すフローチャートである。

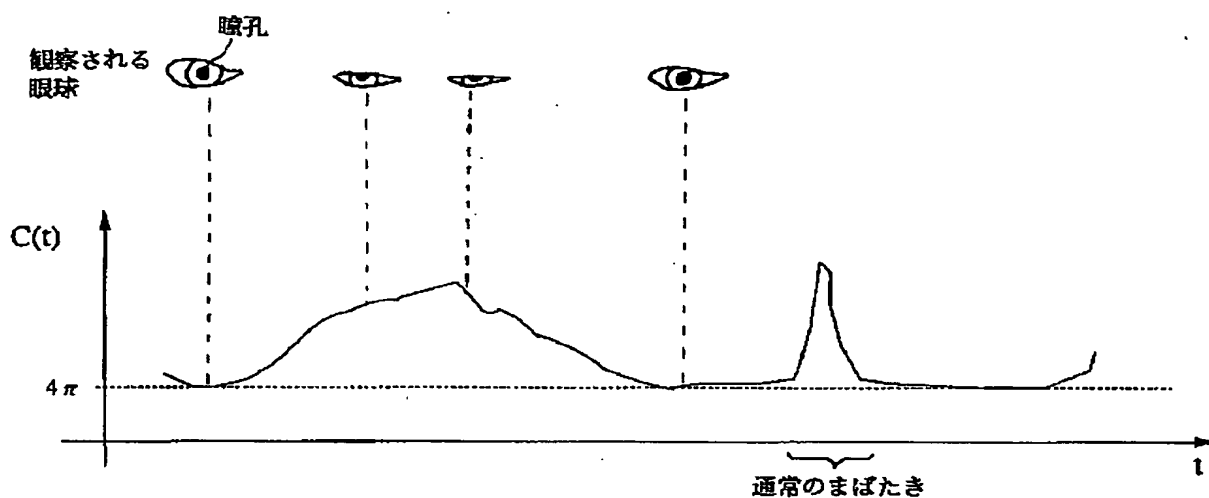
【図 7】瞳孔位置の時系列信号の例を示す図である。

【図 8】図 5 に示す車両用覚醒状態検知装置の覚醒状態判定処理を示すフローチャートである。

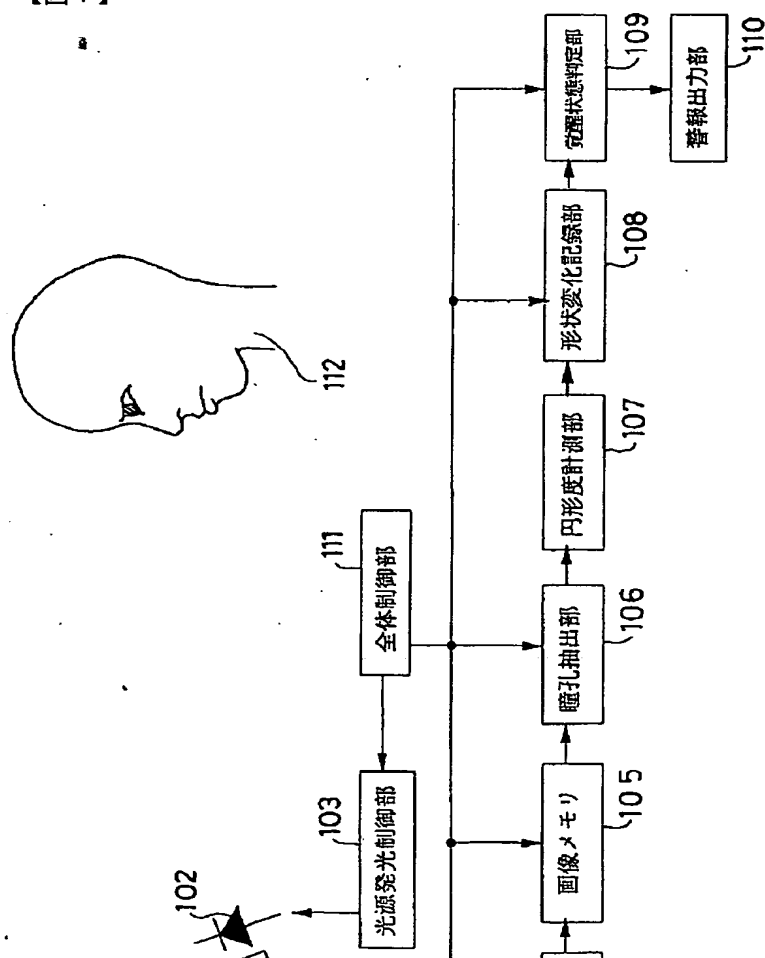
【符号の説明】

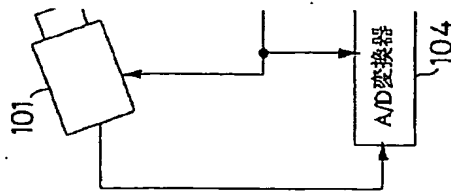
- 101 カメラ
- 102 光源
- 103 光源発光制御部
- 105 画像メモリ
- 106 瞳孔抽出部
- 107 円形度計測部

- 108 形状変化記録部  
 109, 119 覚醒状態判定部  
 110 警報出力部  
 117 時間変化記録部  
 【図3】

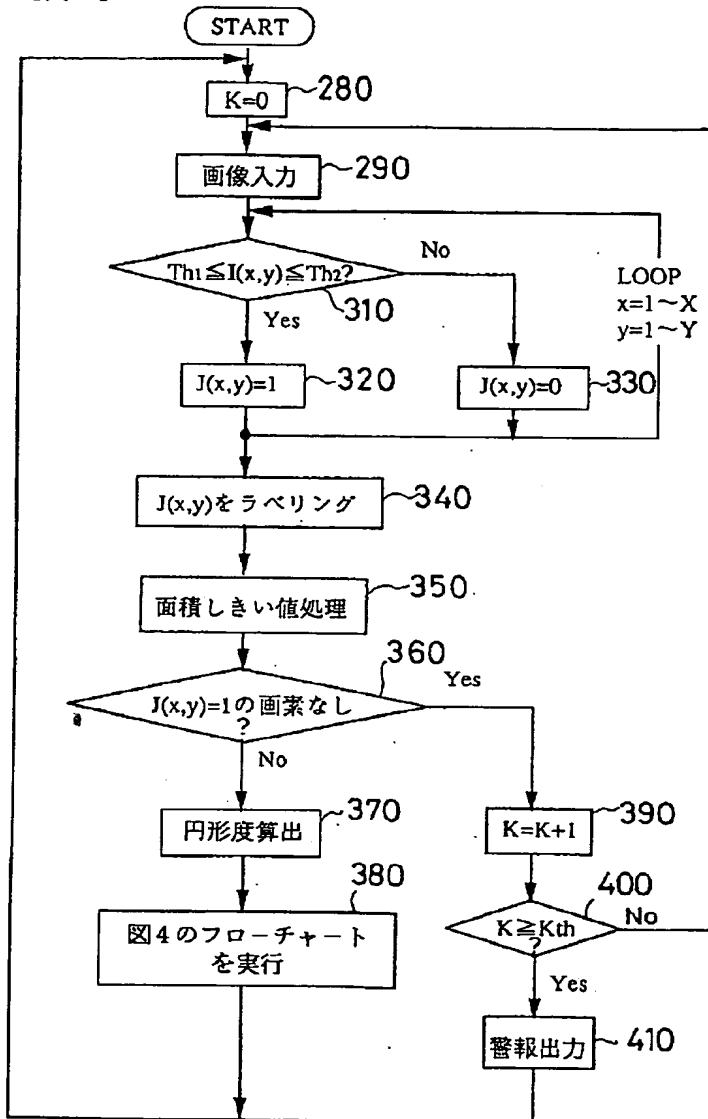


【図1】

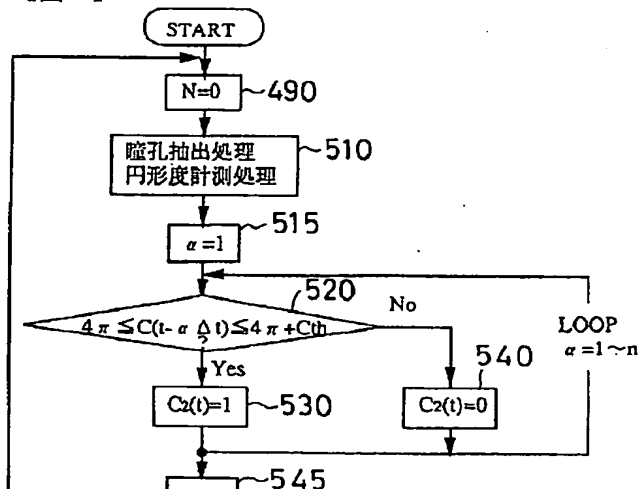




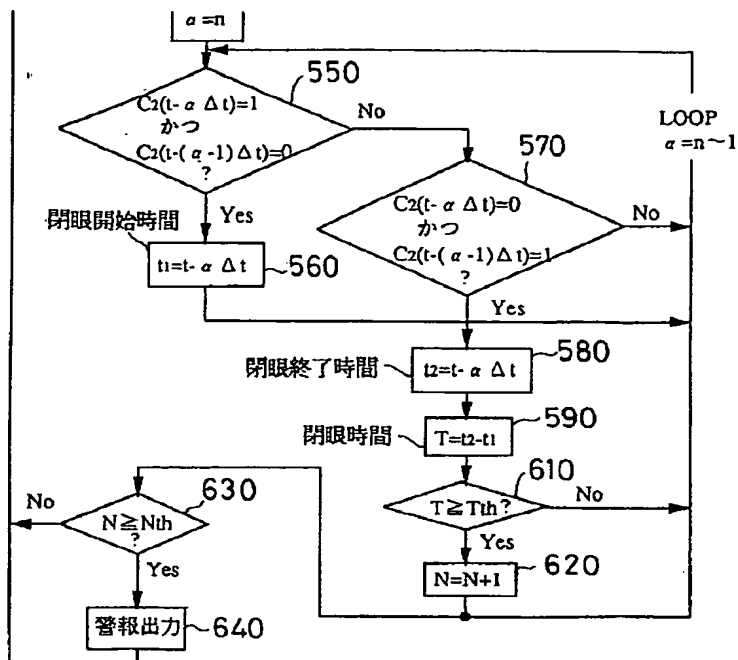
【図 2】



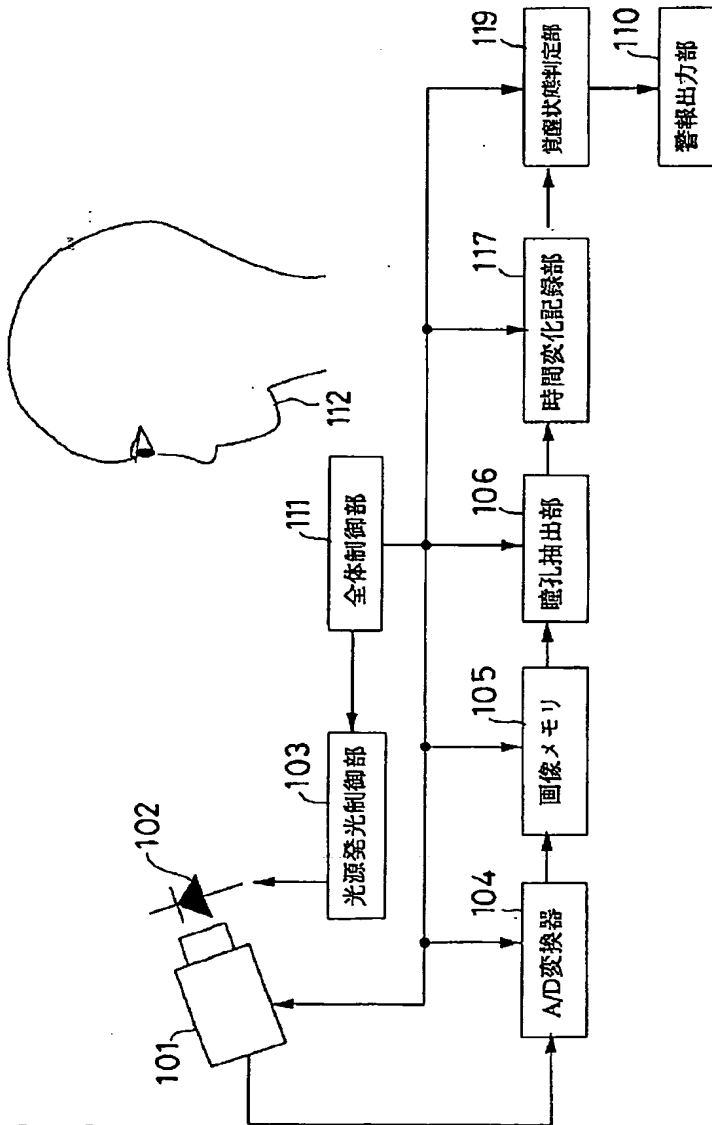
【図 4】



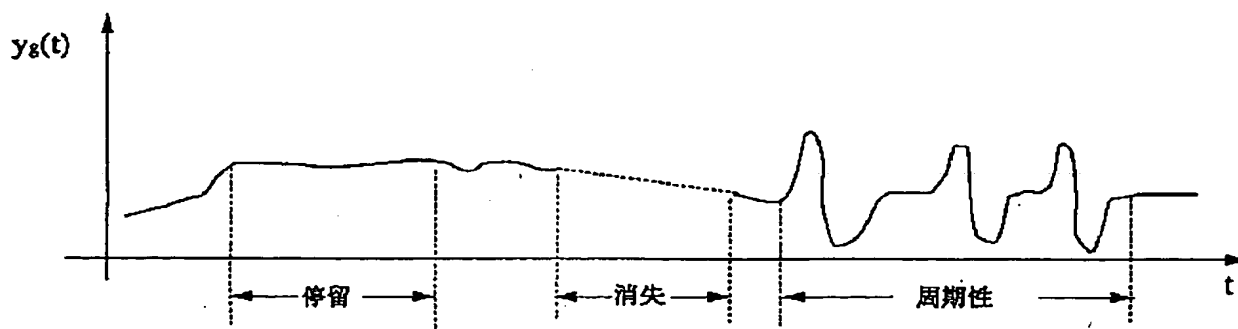
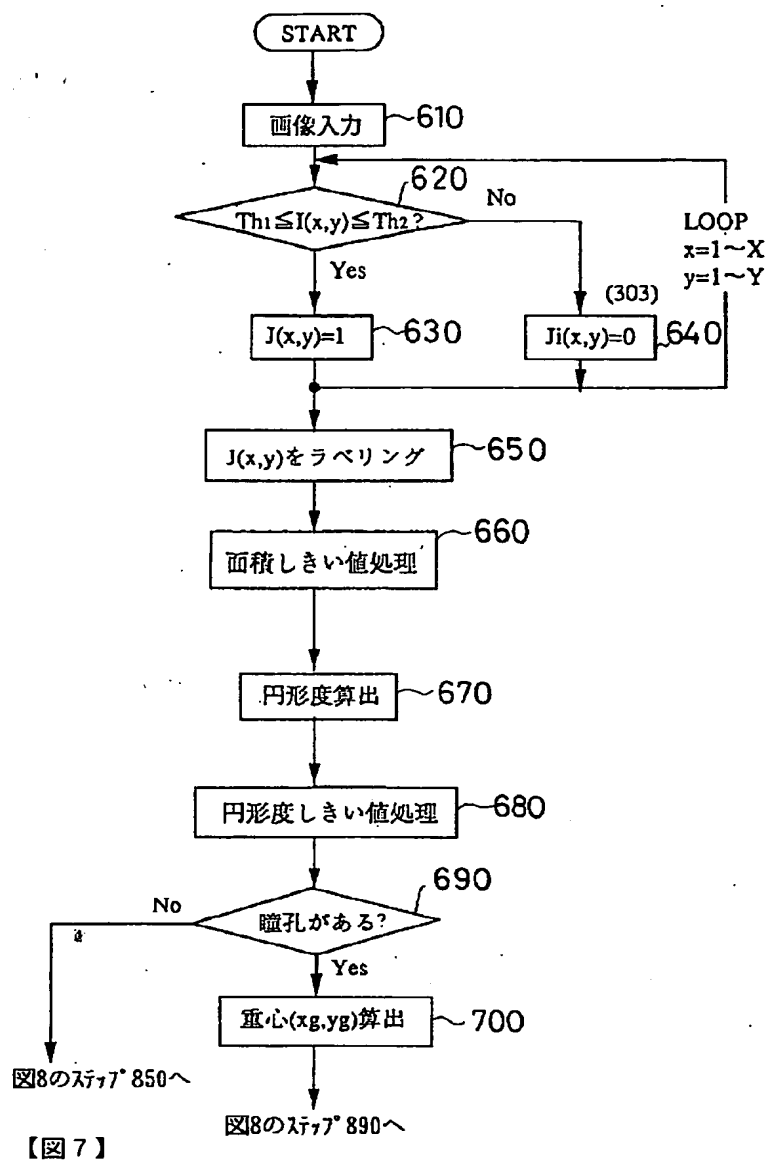




【図5】



【図6】



【図8】

